



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **61139719 A**(43) Date of publication of application: **27.06.86**

(51) Int. Cl.

**G01D 5/18**(21) Application number: **59260782**(71) Applicant: **NISSAN MOTOR CO LTD**(22) Date of filing: **12.12.84**(72) Inventor: **TOMINAGA TAMOTSU**(54) **SEMICONDUCTIVE ROTATION SENSOR**

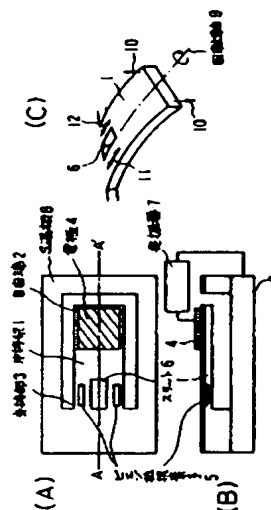
sensitivity can be enhanced.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)1986,JPO&amp;Japio

**PURPOSE:** To enhance sensitivity, by providing a slit to the central part of the beam in the vicinity of a cantilevered beam and forming piezoelectric resistor elements to both sides of the slit in parallel to the longitudinal direction of the cantilevered beam.

**CONSTITUTION:** When the signal with resonant frequency of a cantilevered beam 1 is applied to a semiconductive rotation sensor from an oscillator 7 through an electrode 4, the free end 2 of the cantilevered beam 1 vibrates at the resonant frequency. When the cantilevered beam 1 is rotated around a rotary axis to the direction shown by the arrow in this state, Coriolis's force shown by the arrow 10 is applied. This force is added to one side of a slit as compression stress and added to the other side thereof as tensile stress. Because the slit 6 is provided to the central part of the cantilevered beam 1 and a piezoelectric resistor element is formed in parallel to the longitudinal direction of the cantilevered beam 1, deformation stress can be concentrated to the piezoelectric resistor element and the stress of a largely deformable part can be detected and, therefore,



⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-139719

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和61年(1986)6月27日

G 01 D 5/18

7905-2F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 半導体回転センサ

⑯ 特 願 昭59-260782

⑰ 出 願 昭59(1984)12月12日

⑱ 発 明 者 富 永 保 横浜市神奈川区宝町2番地 日産自動車株式会社内

⑲ 出 願 人 日産自動車株式会社 横浜市神奈川区宝町2番地

⑳ 代 理 人 弁理士 中村 純之助

明 細 書

〔従来技術〕

半導体回転センサとしては、例えば第2図に示すときものがある。

第2図において、(A)は平面図、(B)は(A)のA-A'断面図、(C)は動作説明図である。

第2図において、Si基板25にSi単結晶の片持梁20が形成されている。

そして、片持梁20に設けた電極24とSi基板25との間に、発振器23から片持梁20の共振周波数の周波数を持った信号を印加すると、片持梁20の自由端21が共振周波数で振動する。

そして、この半導体回転センサを矢印に示す回転方向に回転させると、片持梁20には矢印26で示すように回転方向と逆向きのコリオリの力が印加され、片持梁20によじれの歪を生ずる。

この歪を片持梁20の支持部付近に形成したピエゾ抵抗素子22の抵抗変化として検出することにより、回転速度を検出することが出来る。

〔発明が解決しようとする問題点〕

1. 発明の名称 半導体回転センサ

2. 特許請求の範囲

回転軸に平行に支持される半導体単結晶の片持梁と、該片持梁の自由端を所定周波数で振動させる手段と、回転に応じて上記片持梁に生じる変形量を検出する手段とを備えた振動型半導体回転センサにおいて、上記片持梁の支持部付近の梁の中央部分にスリットを設け、該スリットの側方の片持梁の支持部近傍に片持梁の長手方向と平行にピエゾ抵抗素子を形成したことを特徴とする半導体回転センサ。

3. 発明の詳細な説明

〔発明の利用分野〕

本発明は半導体単結晶の片持梁を所定の周波数で振動させ、片持梁の回転速度に応じて片持梁に生ずる変形を検出することによって回転速度を検出する振動型半導体回転センサに関するものである。

上記のごとき従来の半導体回転センサにおいては、回転速度に対応した力を片持梁上に回転軸と垂直方向に形成したピエゾ抵抗素子によって検出するような構造（この構造によれば片持梁の振動による変形は検出せず、片持梁のよじれによる変形のみを検出することが出来る）となっていたため、ピエゾ抵抗素子を片持梁の中心線（回転軸）を横切って形成させざるを得ないが、この中心線付近は回転に対応する力による変形量が最小の部分であり、したがって感度が低くなるという問題があった。

本発明は上記のごとき従来技術の問題点を解決することを目的とするものである。

〔問題を解決するための手段〕

上記の目的を達成するため、本発明においては、片持梁の支持部付近の梁の中央部分にスリットを設け、該スリットの側方に片持梁の長手方向と平行にピエゾ抵抗素子を形成することにより、片持梁に加わるねじれ変形応力が上記スリットの両側に集中するのを利用して感度を向上させるように

の側方では引張応力として加わる。

この応力をピエゾ抵抗素子5で検出することによって、回転速度を検出することが出来る。

上記の構成においては、片持梁1の中央部分にスリット6を設けており、かつピエゾ抵抗素子5を片持梁1の長手方向と平行に形成しているので、回転に対応して片持梁に発生する変形応力をピエゾ抵抗素子に集中させることが出来る。又、片持梁の変形が生じない中心線付近から離れた変形の大きい部分の引張応力、圧縮応力を検出することが出来るので、感度を向上させることが出来る。

なお上記の構成においては、ピエゾ抵抗素子は片持梁の振動による応力も検出する。しかしその応力は、二つのピエゾ抵抗素子に同量だけ加えられるのに対し、回転に応じた応力は、一方の素子には引張応力、他方の素子には圧縮応力となるから、二つのピエゾ抵抗素子の出力の差を検出するように接続すれば、回転に応じた応力のみを検出することが出来る。

また振動による応力は、印加電圧に対応した一

構成している。

（発明の実施例）

第1図は本発明の一実施例図であり、（A）は平面図、（B）は（A）のA-A'断面図、（C）は動作説明図である。

第1図において、Si基板8にはSi単結晶からなる片持梁1が形成されている。

又、片持梁1の支持部3付近の梁の中央部分には、スリット6が設けられている。

そして、このスリット6の側方の両側に片持梁1の長手方向と平行に2本のピエゾ抵抗素子5が形成されている。

この半導体回転センサに電極4を介して、発振器7から片持梁1の共振周波数の信号を印加すると、片持梁1の自由端2が共振周波数で振動する。

その状態でこの半導体回転センサを回転軸9の回りに矢印方向に回転させると、矢印10で示すようなコリオリの力が印加される。

この力は矢印11及び12に示すように、スリット6の一方の側方では圧縮応力として加わり、他方

定の波形となるから、ピエゾ抵抗素子の出力からその値を減算するように構成してもよい。

次に、第3図は上記のごとき本発明の半導体回転センサの製造工程図である。

第3図において、まず（A）では、〈100〉面を主面とするp型のSiウェハ30の上に片持梁の厚さに相当するn型エピタキシャル層31を成長させる。

例えば、300Hz前後の共振周波数で片持梁を振動させる場合には、n型エピタキシャル層31の厚さは片持梁の長さを500 $\mu$ m程度とした場合に、30 $\mu$ m程度にする。

次に、（B）においては、n型エピタキシャル層31上に形成したSiO<sub>2</sub>膜32をマスクとして、

（B'）に示すときパターンでp型不純物（例えばホウ素）をSiウェハ30に運するまでn型エピタキシャル層31に拡散する。

なお（B）は（B'）のA-A'断面を示すものである。

次に、（C）において、上記と同様の方法によ

り (C') に示すごときパターンで p 型のビエソ抵抗 35 を拡散して形成する。

なお、(C) は (C') の B-B' 断面を示す。

次に、(D) において、エッチングによって電極 4 となる部分の SiO<sub>2</sub> 膜 32 に窓開けを行なう。

次に、(E) において、後記電解エッチングの際のマスクとなる Cr-Au 膜 36 を蒸着あるいはスパッタ法で付着させ、さらにその上に Au 層 37 を蒸着し、必要な部分を残してエッチングで除去する。

次に (F) において、反対側の主面に Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> 膜 38 を CVD 等によって付着させ、必要な部分を残してエッチングする。

次に、エチレンジアミン+ピロカテコールあるいは KOH 等の電解エッチング液に浸し、同じエッチング液中に浸した Pt 電極に対して、Au 層 37 が正の電位となるように接続して電圧を印加し、電解エッチングを行なう。

それによって p 型の部分がエッチングされ、(G) に示すごとく、片持梁 39 が形成される。

なお上記の電解エッチングの際に、前記 (B) 及び (B') の p<sup>+</sup> 層 33 の部分もエッチングされるので、(I) に示すごとく、スリット 6 も同時に形成されている。

次に、(H) において、Au 層 37 をマスクとして Cr-Au 層 36 をエッチングすることにより、電極 4 が形成される。

上記の工程によって前記第 1 図のごとき半導体回転センサを製造することが出来る。

#### 〔発明の効果〕

以上説明したごとく本発明においては、片持梁の支持部付近の梁の中央部分にスリットを設け、該スリットの側方に片持梁の長手方向と平行にビエソ抵抗素子を形成しているので、回転に対応して片持梁に発生する変形応力をビエソ抵抗素子に集中させることが出来、かつ梁の変形がない中心線付近から離れた変形の大きい部分の圧縮応力と引張応力との両方を検知することが出来るので、感度を向上させることが出来るという効果がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

第 1 図は本発明の一実施例図、第 2 図は従来装置の一例図、第 3 図は本発明の製造工程図である。

#### 符号の説明

- |             |           |
|-------------|-----------|
| 1 … 片持梁     | 2 … 自由端   |
| 3 … 支持部     | 4 … 電極    |
| 5 … ビエソ抵抗素子 | 6 … スリット  |
| 7 … 発振器     | 8 … Si 基板 |

代理人 井理士      中村 純之助

図 1

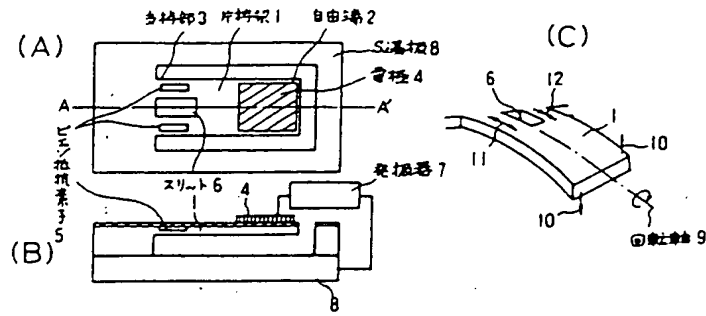


図 2

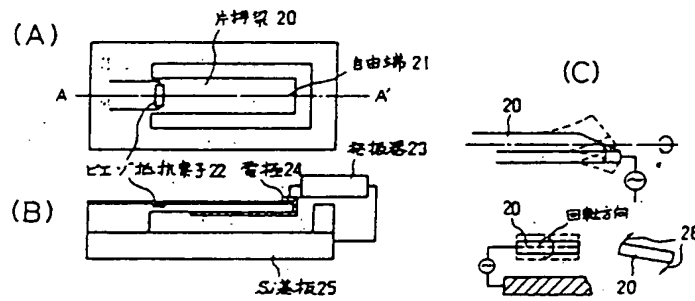


図 3

